

ストレスおよびリラックス状態の呼吸運動

高瀬 弘樹 (信州大学人文学部)

Breathing movement in stressed and relaxed situations

Hiroki Takase (Faculty of Arts, Shinshu University)

要 約

本研究では、呼吸運動と心理の関連について検討するため、ストレス状態とリラックス状態における呼吸運動に関する2つの実験を行った。特に、呼吸1サイクルを吸気相、吸気後ポーズ相、呼気相、呼気後ポーズ相に分け、どの測度がストレス状態およびリラックス状態を反映しているのかについて、および胸部と腹部呼吸運動の変化パターンは同様か否かについて着目した。

ストレス状態における呼吸運動について検討した実験1では、呼気後ポーズ時間は刺激の強弱を反映することが示され、刺激の強度が強いほど呼気後ポーズ時間の減少量は大きいことが明らかとなった。この呼気後ポーズ時間は、実験2のリラックス状態では、ストレス状態とは逆に、増大することが認められた。呼気後ポーズ時間は、心理状態がネガティブであるかポジティブであるか弁別する測度である可能性が示唆された。また、実験2において、胸部と腹部呼吸運動のパターンに違いが認められ、リラックス状態には腹部の呼吸運動が深く関係していることが示唆された。胸部と腹部呼吸運動に関し、1サイクル毎に分析することの有効性が示唆された。

キーワード：呼吸、呼気後ポーズ時間、コンポーネント解析、ストレス課題、リラクゼーション

問 題

日本語では、「息が上がる」、「一息つく」、「息を呑む」というフレーズがある(春木・本間, 1996)。これらは、いずれも人間の呼吸活動を表しているだけでなく、その人の行動や心理状態—特に感情状態—をも表している。これらは日本では“からだ言葉”と呼ばれ、日常的に用いられる表現法である。この呼吸と関連した“からだ言葉”からも明らかのように、呼吸と心理状態は密接に関係していると言える。日常的な経験からもわかるように、大切な試合や演奏・演説の場面といった緊張した状態では、息が上がってしまうことがある。つまり、浅くて速い呼吸になるということである。逆に、その緊張した場面から解放される

と、緊張がほどけてたまっていた息が出る、つまり「一息つく」ということもある。

このような呼吸と心理状態の関連について、これまでに特に生理心理学の領域で、ストレスフルまたはリラックスした状況での呼吸を検討するなど実証的に研究され、多くの知見が積み重ねられてきた (Boiten, Frijda, & Wientjes, 1994; Grossman, 1983 に総説されている)。

ストレスフルな状況を作り出すために、課題の成績によって報酬を増減させる、課題を達成できない場合に電気ショックを与えると教示した (実際にはしない) 条件下で暗算や反応時間課題を行なわせる、また手術場面や事故場面の画像や映像を見せる、といった実験状況が設定されてきた。そのような実験において得られた一貫性のある結果として呼吸数の増加、分時換気量の増加があげられる (Boiten et al., 1994; Grossman, 1983)。また、研究数は少ないが、呼吸運動の1サイクル毎の解析 (コンポーネント解析) からストレスフルな状況では、呼気後ポーズ時間が減少することも明らかにされている (Cohen, Goodenough, Witkin, Oltman, Gould, & Shulman, 1975; 梅沢, 1991; Boiten, 1993)。一方、リラックスした状態における呼吸については、呼吸数と換気量が減少するという知見が報告されている (Boiten et al., 1994)。

これらの知見の多くは、換気量曲線、または胸部の呼吸運動から得られたものである。呼吸 (換気) 運動は主に、横隔膜の上下移動および肋間筋の収縮による肋骨の拡張—収縮によって行われる。つまり、呼吸運動は肋間筋を主とする胸部の呼吸筋群と、横隔膜を主とする腹部の呼吸筋群の運動による。Grossman (1967) は、胸部と腹部が独立に収縮することがあるので、呼吸の測定においては両方を同時に測定しなければならないとしている。胸部と腹部の呼吸運動両方を扱った研究はまだ少ないが、それらを総説すると、不快なフィルムを見たり困難な課題に取り組むといったネガティブな感情喚起時は、腹部の呼吸振幅が不変または減少し、胸部呼吸振幅が増加するというような胸部優位の呼吸パターンになると言える (Ancoli & Kamiya, 1979; Ancoli, Kamiya & Ekman, 1980; Svebak, 1982)。逆に、愉快的フィルムを見るといったポジティブな感情喚起時は、胸部の呼吸振幅が不変または減少し、腹部呼吸振幅が増加するというような腹部優位の呼吸パターンになると言える (Ancoli & Kamiya, 1979; Ancoli et al., 1980; Svebak, 1975)。リラックスした状況でも腹部優位の呼吸パターンが認められている (Timmons, Salamy, Kamiya, & Girton, 1972)。これらの研究の知見は、感情が喚起されているときや、胸部と腹部の呼吸運動の対称性が変化することを示している。

本研究では、実験1でストレスフルな課題、実験2ではリラクゼーション課題を行ったときの呼吸パターンを調べ、心理状態と呼吸運動の関連について検討した。その際、胸部と腹部の呼吸運動を計測し、両運動のパターンの差異について検討することを目的とした。

実験 1

方法

実験参加者 大学生・大学院生12名 (男性6名, 女性6名, 年齢19—23歳) を実験参加者とした。自己報告から、参加者は全て呼吸器系に障がいをもっていなかった。

装置 & 材料 呼吸の測定は、安静期、課題遂行期、(課題終了後の) 回復期に、実験参加

者の胸郭部周囲（脇下）と腹部周囲（臍上）に装着したレスピトレース（Ambulatory Monitoring Inc. 製）によって行い、胸部・腹部の呼吸運動を測定した。レスピトレースからの出力は全て DAT Data Recorder（日本電気製，RD-103TE）に入力し、実験が終了した後 A/D 変換ボード（NB-MIO-16L, National Instruments 社）によって検出レート 100 Hz で A/D 変換し、PC に取り込まれた。

課題 ストレス刺激として一般的に用いられる暗算課題（MA）、反応時間課題（RT）、ストレスフィルム（FL）をストレス刺激（Allen, & Crowell, 1989; Allen, Sherwood, & Obrist, 1986; Boiten, 1993; Hinz, Schreinicke, & Huber, 1992; 田中・澤田・藤井, 1994a; 田中・澤田・藤井, 1994b; 梅沢, 1991）とし、それぞれの課題場面における呼吸活動について検討した。各課題において、それぞれストレス課題と中性課題を設けることで、ストレスの強度の差による呼吸パターンの違いを検討した。すべての課題で中性課題—ストレス課題の順序で提示した。

MA では、実験参加者の眼前約 50 cm に置かれた 17 inch のディスプレイ上に計算式を提示した。実験参加者に計算を終えたらディスプレイ上の STOP ボタンをクリックするようにさせ、STOP ボタンが押されたら 4 つの回答の選択肢が表示されるようにし、実験参加者が実験参加者自身の計算結果と一致するものをクリックで選ぶようにさせた。ストレス課題（MA-D）は、3 桁の整数どうしの足し算（例えば、 $358 + 624 =$ ）で 1 問 4 秒以内に回答しなければならないというものであった。中性課題（MA-E）は 1 桁の整数どうしの足し算（例えば、 $6 + 9 =$ ）とし、回答に要する制限時間は設けなかった。どちらの場合も課題を行っている間、1 計算毎に回答の正解、不正解を音でフィードバックした（正解の場合 900 Hz の Beep 音を 1 秒間、不正解の場合 300 Hz の Beep 音を 1 秒間）。また課題を行っている間は、正解、不正解の累積加算数を連続的にディスプレイ上に表示した。

RT では、ディスプレイ上に図形（黒色の背景に白色の星形図形）が提示されたら、ディスプレイ上の別の場所に設置された STOP ボタンをマウスでクリックすることを求めた。ストレス課題（RT-D）は刺激図形が提示されたらできるだけ早くマウスをクリックするというもので、図形が提示されてからマウスをクリックするまでの時間が 0.350 秒以内の場合をクリアーとし、0.350 秒以上の場合と図形提示前にマウスをクリックした場合をエラーとした。図形の刺激間隔は 2—15 秒の一様分布でランダムとした。中性課題（RT-E）は図形が提示されたらマウスをクリックするというもので、図形が提示されてからマウスをクリックするまでの時間に制限を設けなかった。図形の刺激間隔は 6 秒で一定とした。ストレス課題を行っている間は、クリアーかエラーかを音でフィードバックした（クリアーの場合 900 Hz の Beep 音を 1 秒間、エラーの場合 300 Hz の Beep 音を 1 秒間）。またストレス課題を行っている間は、クリアー、エラーの累積加算数を連続的にディスプレイ上に表示した。

FL では、ストレスフィルム（FL-S）として眼科手術場面の映像を提示し、中性フィルム（FL-N）としては錯視に関する心理学の講義ビデオを用いた。

課題の順序は、FL におけるストレスフィルムの選定のための予備実験において、ストレスフィルムによる気分への影響が強くまた持続性が高かった場合が多かったため、実験時の他の課題への影響を避けるために、FL は最後に与える必要があると判断した。したがって、MA, RT, FL の各刺激条件を順に固定した系列で与えた。この場合、繰り返しもともなう

慣れの効果が予測されたので、5分間の安静直後に行う暗算の中性課題以外の課題においては、それに先行して90秒間の安静期測定を行い、それをその直後に行う課題の安静期データとした。

手続き 実験参加者に実験の概略について説明し、実験参加の承諾を得た。実験参加者を椅子に座らせ、胸部・腹部にレスピトレースを装着し、5分間の安静状態の呼吸データをとった。次に、MAを中性課題、ストレス課題の順番でそれぞれ3分間行わせた。中性課題終了後3分間安静にした後、90秒間安静にさせ、続いてストレス課題を行わせた。以下、RT、FLと同様の手続きで行った。MA、RTのストレス課題期には、課題の成績に応じて実験後に支払われる報酬が増減する（MAの場合、正解数から不正解数を減じた数が大きいほど、RTの場合、クリアー数からエラー数を減じた数が大きいほど報酬は増える）ことを教示した。

すべての課題終了後、レスピトレースをはずし、実験についての内省をとった。実験の目的について説明し、謝礼を渡した。

データ解析 Wientjes, Grossman & Meijden (1988)の呼吸曲線解析プログラムによって、1サイクル毎に吸気開始時、吸気終了時、呼気開始時、呼気終了時を求めた。まず、課題前安静期の胸部および腹部呼吸運動の吸気振幅の平均がそれぞれ1.0となるように、すべての呼吸運動の時系列データを除算した。次に、各期間中（課題前安静、課題、回復）で、吸気振幅の中央値の2倍より大きい吸気振幅、または、呼気振幅の中央値の2倍より大きい呼気振幅を含むサイクルを除外した後に、吸気時間、吸気後ポーズ時間、呼気時間、呼気後ポーズ時間、呼吸時間、呼吸数、吸気／呼気時間比（I/E比）、分時振幅量を胸部、腹部それぞれの呼吸運動から求めた。各呼吸測度の課題前安静期（BL）、課題遂行期（TASK）、回復期（REC）の平均値を算出した（Table, 1）。

結 果

各測度について、ストレス度（中性、ストレス）×期間（BL、TASK、REC）の二要因被験者内分散分析を行い統計的に検討すべきであるが、本実験の各測度の値を見ると、課題前安静期においてストレス度の条件間で平均値に差がある測度も多いため、ストレス度と期間の要因を分けて統計的に検討することとした。したがって、まず(1)各課題におけるBL、TASK、RECの3条件において、各測度の値に差が認められるか一要因三水準の被験者内分散分析を行い、次に、(2)MA、RT、FLの各課題について、ストレス度の要因による呼吸パターンの違いを検討するため、安静期からストレス課題期、安静期から中性課題期にかけての各測度の変化量に差が認められるか一要因二水準の被験者内分散分析を行った。

(1) **期間の要因**：各課題（MA、RT、FL）における期間（BL、TASK、REC）を要因とする一要因三水準の被験者内分散分析。下位検定である多重比較はすべてLSD法を用いた。

[吸気時間]

胸部：FL-Nのみ主効果（ $F(2,22)=4.66, p<.05$ ）が認められ、「BL>TASK, REC」であった。

腹部：MA-Eに主効果（ $F(2,22)=6.03, p<.01$ ）、MA-D（ $F(2,22)=2.91, p<.10$ ）とRT-Dは有意傾向（ $F(2,22)=2.78, p<.10$ ）で、MA-Eは「BL, REC>TASK」、MA-Dは「BL>TASK」、

Table 1 課題前安静期, 課題遂行期, 回復期における各呼吸測度の平均値 (標準偏差)

		吸気時間 (sec)			吸気後ポーズ時間 (sec)			呼気時間 (sec)			呼気後ポーズ時間 (sec)		
		BL	TASK	REC	BL	TASK	REC	BL	TASK	REC	BL	TASK	REC
暗算													
中性	胸部	0.70(0.24)	0.62(0.12)	0.68(0.33)	0.32(0.12)	0.26(0.08)	0.31(0.10)	2.10(0.47)	1.71(0.28)	2.14(0.50)	0.52(0.16)	0.38(0.08)	0.61(0.23)
	腹部	0.75(0.30)	0.61(0.22)	0.73(0.34)	0.29(0.09)	0.25(0.07)	0.31(0.11)	2.21(0.50)	1.75(0.29)	2.30(0.66)	0.42(0.13)	0.38(0.12)	0.46(0.15)
ストレス	胸部	0.64(0.22)	0.62(0.10)	0.65(0.21)	0.29(0.10)	0.25(0.07)	0.30(0.10)	2.07(0.38)	1.69(0.21)	2.11(0.43)	0.65(0.31)	0.31(0.06)	0.60(0.23)
	腹部	0.68(0.30)	0.60(0.18)	0.66(0.27)	0.28(0.09)	0.24(0.07)	0.28(0.09)	2.20(0.47)	1.70(0.21)	2.31(0.52)	0.47(0.16)	0.34(0.10)	0.50(0.15)
反応時間													
中性	胸部	0.58(0.15)	0.57(0.13)	0.66(0.26)	0.27(0.09)	0.28(0.09)	0.32(0.12)	1.96(0.37)	1.90(0.33)	2.19(0.62)	0.63(0.26)	0.49(0.16)	0.65(0.28)
	腹部	0.63(0.22)	0.65(0.23)	0.70(0.31)	0.26(0.07)	0.25(0.06)	0.30(0.10)	2.16(0.46)	1.97(0.36)	2.36(0.76)	0.50(0.20)	0.44(0.18)	0.52(0.19)
ストレス	胸部	0.59(0.21)	0.57(0.12)	0.64(0.19)	0.31(0.11)	0.30(0.11)	0.30(0.09)	2.02(0.33)	1.76(0.27)	2.12(0.53)	0.62(0.25)	0.43(0.15)	0.60(0.18)
	腹部	0.60(0.23)	0.67(0.20)	0.67(0.24)	0.28(0.08)	0.26(0.08)	0.30(0.13)	2.06(0.41)	1.79(0.30)	2.22(0.61)	0.57(0.32)	0.38(0.15)	0.51(0.20)
フィルム													
中性	胸部	0.67(0.17)	0.58(0.16)	0.61(0.23)	0.32(0.17)	0.28(0.08)	0.31(0.10)	2.14(0.52)	1.93(0.29)	2.05(0.43)	0.78(0.43)	0.59(0.20)	0.66(0.26)
	腹部	0.66(0.26)	0.65(0.24)	0.69(0.27)	0.37(0.29)	0.27(0.09)	0.29(0.07)	2.28(0.48)	2.06(0.36)	2.17(0.52)	0.56(0.27)	0.49(0.17)	0.48(0.14)
ストレス	胸部	0.63(0.28)	0.69(0.29)	0.66(0.18)	0.31(0.15)	0.32(0.11)	0.29(0.09)	2.11(0.64)	2.18(0.60)	2.07(0.35)	0.77(0.51)	0.55(0.24)	0.58(0.39)
	腹部	0.67(0.26)	0.76(0.36)	0.69(0.29)	0.33(0.24)	0.30(0.13)	0.27(0.08)	2.10(0.43)	2.31(0.70)	2.15(0.42)	0.63(0.61)	0.46(0.13)	0.52(0.20)
暗算													
中性	胸部	3.64(0.82)	2.97(0.39)	3.74(0.97)	17.3(3.3)	20.8(2.9)	17.0(3.7)	0.34(0.10)	0.37(0.10)	0.32(0.11)	22.3(14.3)	24.7(14.8)	19.9(13.1)
	腹部	3.67(0.81)	3.01(0.39)	3.80(0.97)	17.2(3.3)	20.6(2.9)	16.9(3.6)	0.33(0.08)	0.35(0.12)	0.31(0.09)	27.6(23.7)	29.2(26.2)	24.6(20.5)
ストレス	胸部	3.62(0.68)	2.87(0.28)	3.67(0.76)	16.7(4.1)	21.7(2.4)	17.4(3.5)	0.32(0.11)	0.37(0.08)	0.32(0.11)	21.7(15.7)	31.3(19.6)	20.7(13.8)
	腹部	3.63(0.71)	2.87(0.29)	3.75(0.76)	17.4(3.6)	21.7(2.5)	16.9(3.4)	0.31(0.10)	0.35(0.10)	0.29(0.09)	25.3(22.4)	35.5(34.5)	24.8(25.0)
反応時間													
中性	胸部	3.47(0.55)	3.25(0.44)	3.87(1.14)	18.0(3.2)	19.1(2.9)	17.0(4.3)	0.31(0.11)	0.32(0.11)	0.31(0.11)	20.0(13.9)	20.4(14.9)	19.9(14.4)
	腹部	3.56(0.59)	3.33(0.50)	3.88(1.09)	17.7(3.4)	18.8(3.1)	16.7(4.4)	0.30(0.09)	0.34(0.11)	0.30(0.09)	24.7(24.1)	28.9(27.0)	24.0(22.2)
ストレス	胸部	3.60(0.63)	3.06(0.41)	3.65(0.79)	17.3(3.2)	20.4(2.8)	17.5(3.6)	0.30(0.11)	0.34(0.12)	0.31(0.10)	20.3(15.8)	21.3(17.0)	19.8(13.7)
	腹部	3.50(0.55)	3.15(0.52)	3.69(0.83)	17.8(2.9)	19.9(3.2)	17.3(3.7)	0.29(0.09)	0.38(0.11)	0.31(0.10)	23.9(23.4)	32.6(30.0)	26.7(25.8)
フィルム													
中性	胸部	3.90(1.04)	3.38(0.49)	3.62(0.82)	16.6(4.1)	18.4(3.0)	17.6(3.7)	0.33(0.10)	0.31(0.11)	0.30(0.11)	23.0(16.9)	20.2(14.7)	19.8(14.4)
	腹部	3.86(0.82)	3.47(0.59)	3.63(0.77)	16.6(3.6)	18.1(3.1)	17.6(3.6)	0.29(0.10)	0.32(0.10)	0.32(0.09)	22.2(18.0)	25.8(19.1)	25.4(21.4)
ストレス	胸部	3.99(1.62)	3.77(1.07)	3.60(0.66)	16.9(5.1)	17.2(4.1)	17.6(3.2)	0.31(0.11)	0.32(0.10)	0.33(0.10)	21.0(16.3)	20.5(15.5)	24.1(17.0)
	腹部	3.71(1.25)	3.83(1.17)	3.64(0.66)	17.7(4.1)	17.2(4.5)	17.5(3.4)	0.31(0.08)	0.33(0.10)	0.32(0.12)	24.4(20.1)	27.2(21.9)	27.1(22.2)

RT-Dは「BL>TASK, REC」であった。

[吸気後ポーズ時間]

胸部 : MA-E ($F(2,22)=8.12, p<.01$) と MA-D に主効果 ($F(2,22)=4.93, p<.05$) が認められ, MA-Eは「BL, REC>TASK」, MA-Dは「BL, REC>TASK」であった。

腹部 : MA-E に主効果 ($F(2,22)=4.52, p<.05$), MA-D ($F(2,22)=2.66, p<.10$) と RT-E に有意傾向 ($F(2,22)=2.95, p<.10$) が認められ, MA-Eは「BL, REC>TASK」, MA-Dは「BL>TASK」, RT-Eは「TASK<REC」であった。

[呼気時間]

胸部 : MA-E ($F(2,22)=13.71, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=11.93, p<.01$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=5.98, p<.01$) が認められ, MA-Eは「BL, REC>TASK」, MA-Dは「BL, REC>TASK」, RT-Dは「BL, REC>TASK」であった。

腹部 : MA-E ($F(2,22)=14.36, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=17.34, p<.01$), RT-D ($F(2,22)=2.66, p<.01$) に主効果, RT-E ($F(2,22)=3.00, p<.10$) と FL-N に有意傾向 ($F(2,22)=2.86, p<.10$) が認められ, MA-Eは「BL, REC>TASK」, MA-Dは「BL, REC>TASK」, RT-Dは「BL, REC>TASK」, RT-Eは「TASK<REC」, FL-Nは「BL>TASK」であった。

[呼気後ポーズ時間]

胸部：MA-E ($F(2,22)=13.92, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=10.63, p<.01$), RT-E ($F(2,22)=4.07, p<.05$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=4.97, p<.05$), FL-N に有意傾向 ($F(2,22)=2.61, p<.10$) が認められ, MA-E は「BL, REC>TASK」, MA-D は「BL, REC>TASK」, RT-E は「BL, REC>TASK」, RT-D は「BL, REC>TASK」, FL-N は「BL>TASK」であった。

腹部：MA-E ($F(2,22)=6.77, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=13.93, p<.01$), RT-E ($F(2,22)=3.47, p<.05$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=4.81, p<.05$) が認められ, MA-E は「BL, REC>TASK」, MA-D は「BL, REC>TASK」, RT-E は「BL, REC>TASK」, RT-D は「BL, REC>TASK」であった。

[呼吸時間]

胸部：MA-E ($F(2,22)=11.90, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=17.42, p<.01$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=6.41, p<.01$), RT-E ($F(2,22)=3.31, p<.10$) と FL-N に有意傾向 ($F(2,22)=2.73, p<.10$) が認められ, MA-E は「BL, REC>TASK」, MA-D は「BL, REC>TASK」, RT-E は「TASK<REC」, RT-D は「BL, REC>TASK」, FL-N は「BL>TASK」であった。

腹部：MA-E ($F(2,22)=12.71, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=18.36, p<.01$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=4.09, p<.05$), RT-E ($F(2,22)=2.68, p<.10$) と FL-N に有意傾向 ($F(2,22)=2.56, p<.10$) が認められ, MA-E は「BL, REC>TASK」, MA-D は「BL, REC>TASK」, RT-E は「TASK<REC」, RT-D は「BL, REC>TASK」, FL-N は「BL>TASK」であった。

[呼吸数]

胸部：MA-E ($F(2,22)=27.40, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=19.14, p<.01$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=9.92, p<.01$), RT-E ($F(2,22)=3.11, p<.10$) と FL-N に有意傾向 ($F(2,22)=2.97, p<.10$) が認められ, MA-E は「BL, REC<TASK」, MA-D は「BL, REC<TASK」, RT-E は「TASK>REC」, RT-D は「BL, REC<TASK」, FL-N は「BL<TASK」であった。

腹部：MA-E ($F(2,22)=30.75, p<.01$), MA-D ($F(2,22)=37.60, p<.01$), RT-D ($F(2,22)=6.43, p<.01$), FL-N に主効果 ($F(2,22)=3.55, p<.05$), RT-E に有意傾向 ($F(2,22)=2.75, p<.10$) が認められ, MA-E は「BL, REC<TASK」, MA-D は「BL, REC<TASK」, RT-E は「TASK>REC」, RT-D は「BL, REC<TASK」, FL-N は「BL<TASK」であった。

[I/E 比]

胸部：MA-E ($F(2,22)=5.16, p<.05$), MA-D ($F(2,22)=6.33, p<.01$), RT-D ($F(2,22)=8.29, p<.01$), FL-N に主効果 ($F(2,22)=3.63, p<.05$) が認められ, MA-E は「BL, REC<TASK」, MA-D は「BL, REC<TASK」, RT-D は「BL, REC<TASK」, FL-N は「BL>REC」であった。

腹部：MA-D ($F(2,22)=8.12, p<.01$), RT-E ($F(2,22)=5.43, p<.05$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=17.80, p<.01$), MA-E ($F(2,22)=3.01, p<.10$) と FL-N に有意傾向 ($F(2,22)=2.63, p<.10$) が認められ, MA-E は「TASK>REC」, MA-D は「BL, REC<TASK」, RT-E は「BL, REC<TASK」, RT-D は「BL, REC<TASK」, FL-N は「BL<TASK」であった。

[分時振幅量]

胸部：MA-E ($F(2,22)=4.83, p<.05$), MA-D に主効果 ($F(2,22)=8.78, p<.01$) が認められ, MA-E は「TASK>REC」, MA-D は「BL, REC<TASK」であった。

腹部：MA-E ($F(2,22)=3.65, p<.05$), MA-D ($F(2,22)=6.93, p<.01$), RT-E ($F(2,22)=4.40, p<.05$), RT-D に主効果 ($F(2,22)=10.70, p<.01$) が認められ, MA-E は「TASK>REC」, MA-D は「BL, REC<TASK」, RT-E は「BL, REC<TASK」, RT-D は「BL, REC<TASK」であった。

(2) **ストレス度の要因**：各測度について、各課題 (MA, RT, FL) でのストレス度間 (中性課題とストレス課題) の比較するため、課題前安静期から課題遂行期にかけて (BL-TASK 間) の各測度の変化量 (= TASK-BL。ただし、I/E 比の変化量には BL-TASK 間の比 [= TASK/BL] を用いた) を算出し、一要因二水準の被験者内分散分析を行った。下位検定である多重比較はすべて LSD 法を用いた。

[暗算課題]

条件の主効果が有意であった測度、または傾向差がみられた測度は、胸部吸気時間 ($F(1,11)=6.21, p<.05$)、胸部吸気後ポーズ時間 ($F(1,11)=3.71, p<.10$)、胸部呼気後ポーズ時間 ($F(1,11)=8.82, p<.05$)、腹部呼気後ポーズ時間 ($F(1,11)=11.46, p<.01$)、胸部 I/E 比 ($F(1,11)=3.16, p<.10$)、胸部分時振幅量 ($F(1,11)=8.42, p<.05$)、腹部分時振幅量 ($F(1,11)=6.63, p<.05$) で、それぞれ下位検定の結果、胸部吸気時間は「中性<ストレス」、胸部吸気後ポーズ時間は「中性<ストレス」、胸部呼気後ポーズ時間は「中性>ストレス」、腹部呼気後ポーズ時間は「中性>ストレス」、胸部 I/E 比は「中性<ストレス」、胸部分時振幅量は「中性<ストレス」、腹部分時振幅量は「中性<ストレス」であった。

[反応時間課題]

条件の主効果が有意であった測度、または傾向差がみられた測度は、胸部呼気時間 ($F(1,11)=6.76, p<.05$)、胸部呼気後ポーズ時間 ($F(1,11)=8.82, p<.05$)、腹部呼気後ポーズ時間 ($F(1,11)=5.69, p<.05$)、胸部呼吸時間 ($F(1,11)=7.42, p<.05$)、胸部呼吸数 ($F(1,11)=9.58, p<.01$)、腹部呼吸数 ($F(1,11)=4.36, p<.10$)、胸部 I/E 比 ($F(1,11)=27.38, p<.01$)、腹部 I/E 比 ($F(1,11)=6.14, p<.05$)、腹部分時振幅量 ($F(1,11)=21.55, p<.01$) で、それぞれ下位検定の結果、胸部呼気時間は「中性>ストレス」、胸部呼気後ポーズ時間は「中性>ストレス」、胸部呼吸時間は「中性>ストレス」、胸部呼吸数は「中性<ストレス」、腹部呼吸数は「中性<ストレス」、胸部 I/E 比は「中性<ストレス」、腹部 I/E 比は「中性<ストレス」、腹部分時振幅量は「中性<ストレス」であった。

[フィルム課題]

条件の主効果が有意であった測度、または傾向差がみられた測度は、胸部吸気時間 ($F(1,11)=15.01, p<.01$)、胸部呼気時間 ($F(1,11)=4.17, p<.10$)、腹部呼気時間 ($F(1,11)=4.20, p<.10$)、腹部呼吸時間 ($F(1,11)=6.89, p<.05$)、腹部呼吸数 ($F(1,11)=6.25, p<.05$)、胸部 I/E 比 ($F(1,11)=3.44, p<.10$) で、それぞれ下位検定の結果、胸部吸気時間は「中性<ストレス」、胸部呼気時間は「中性<ストレス」、腹部呼気時間は「中性<ストレス」、腹部呼吸時間は「中性<ストレス」、腹部呼吸数は「中性>ストレス」、胸部 I/E 比は「中性<ストレス」であった。

考 察

本実験は、ストレス課題と中性課題を行ったときに、安静期と比べて胸部と腹部の呼吸運動がどのように変容するかを明らかにすることを目的とした。実験から得られた主な結果をまとめると以下ようになる。

暗算課題については、中性、ストレス両課題で、胸部、腹部両呼吸運動で吸気後ポーズ時間、呼気時間、呼気後ポーズ時間、呼吸時間が、安静期から課題期にかけて有意な減少、課題期から回復期にかけて有意な増加がみられた。吸気時間については、中性、ストレス両課題とも腹部の呼吸運動で、安静期から課題期にかけて有意な減少、課題期から回復期にかけて有意な増加がみられた。

反応時間課題については、ストレス課題で、呼気時間と呼吸時間が胸部、腹部両呼吸運動で安静期から課題期にかけて有意な減少、課題期から回復期にかけて有意な増加がみられた。中性、ストレス両課題で、胸部、腹部両呼吸運動で、呼気後ポーズ時間が安静期から課題期にかけて有意な減少、課題期から回復期にかけて有意な増加がみられた。

フィルム課題については、一貫性のある結果は認められなかった。その理由として、ストレスフィルム（手術場面の映像）を見たときに、呼吸が止まってしまう、いわゆる「ハッと息を呑む」という状態になる参加者もいれば、軽度の過換気のような状態になる参加者もみられた。前者の場合、吸気後ポーズ時間が増加し、呼吸数は減少するであろう。一方後者の場合では、吸気、吸気後ポーズ、呼気、呼気後ポーズ時間といった時間測度はその多くで減少し、呼吸数は大きく増加すると予測できる。このように、フィルム刺激に対する反応の方向性が反対であるなどの理由から、一貫した結果が得られなかった。

「問題」でも述べたとおり、ストレス刺激に対する呼吸パターンの変化に関する研究における一貫性のある結果として、呼吸数の増加と分時換気量の増加があげられる。本実験では、胸部、腹部両呼吸運動において、暗算で中性、ストレス両課題期、反応時間ではストレス課題で呼吸数の増加が認められた。呼吸数の増加が認められなかった課題は、フィルム課題を除くと、反応時間の中性課題のみであった。暗算の中性課題で呼吸数の増加がみられ、反応時間の中性課題でそれが認められなかった理由として、田中他（1994b）の考察が参考になる。田中他（1994b）が行った実験においても、暗算、反応時間両課題期で呼吸数の増加が認められたが、その増加は反応時間課題より暗算課題の方が有意に大きかった。この呼吸増加の課題間差を、その課題のもつ心理生理学的機序の差であるとし、呼吸に関しては反応時間課題よりも暗算課題に大きな変化が現れるとした。この説明から、暗算課題の方が呼吸運動は鋭敏に反応するため、本実験で刺激の強度が弱い中性課題においても呼吸数の増加が認められたと考えられる。

本実験では分時振幅量という測度を設けた。この分時振幅量をストレス刺激に対する呼吸パターンの変化に関する研究において一貫性のある結果を示してきた分時換気量に相当する測度とみなすことができ（Konno & Mead, 1967）、先行研究における分時換気量の結果と比較した。本実験で分時振幅量は、暗算ストレス課題で胸部、腹部ともに、また、反応時間課題では中性課題、ストレス課題ともに腹部で安静期から課題期で有意に増加し、課題期から回復期で有意に減少した。これは先行研究の結果と一致するものである。反応時間課題では、中性課題においても課題期に分時振幅量の増加がみられたが、増加量を反応時間の中性課題

とストレス課題で比較した結果、ストレス課題の方が増加量は有意に大きかった。これと、暗算ストレス課題で増加がみられ暗算中性課題で変化がみられなかったことを考えあわせると、分時振幅量が刺激の強度の違い（ストレス度）も反映できる測度であることが示唆される。また、暗算ストレス課題では、胸部、腹部ともに分時振幅量の増加がみられたが、反応時間課題では、中性課題、ストレス課題ともに腹部にのみ増加がみられた。Konno & Mead (1967) の原理では、換気量は胸部、腹部の呼吸運動によるものであるが、同じ換気量でも胸部の呼吸運動が大きく影響を与えている場合、逆に腹部の呼吸運動が大きく影響を与えている場合等が考えられる。このことから、従来から呼吸の測度として頻繁に用いられ、一貫性のある結果を示してきた分時換気量も、その増加には胸部、腹部またはその両方の運動の増加によるものがあることが示唆された。ネガティブな感情が喚起された状態では胸部優位の呼吸パターンに、ポジティブな感情が喚起された状態では腹部優位の呼吸パターンになるという多くの報告があることから、分時換気量の質的な差が心理状態を反映することも大いに推測される。

暗算、反応時間両課題で同様の結果がみられたのは、安静期に比べ課題期での呼気後ポーズ時間が有意に減少したことがあげられる。これは、ストレス課題だけでなく中性課題でも認められ、先行研究 (e.g., 梅沢, 1991) の結果と一致するものであった。梅沢 (1991) が述べたとおり、呼気後ポーズ時間は微弱な刺激に対しても鋭敏に反応する呼吸測度であると言える。この呼気後ポーズ時間は、暗算、反応時間課題ともに課題のストレス度によって、安静期—課題期間の変化量に有意な差がみられた。暗算、反応時間両課題とも、中性課題に比べてストレス課題の方が呼気後ポーズ時間の減少量は大きかった。このことから、呼気後ポーズ時間はストレス度の差、つまり刺激の強弱についても敏感に反応する測度とすることができ、強いストレス刺激を与えられるほど、その減少量は大きくなると推測される。

また、呼気時間についても暗算、反応時間両課題で類似の結果が得られた。反応時間中性課題においてのみ有意な変化はみられなかった（平均値はいずれも減少を示した）が、その他においては、安静期から課題期で呼気時間は有意に減少した。また、反応時間課題で、課題のストレス度による変化量に有意な差がみられた（ストレス課題の方が呼気時間の減少量が大きい）が、暗算課題では認められなかった。したがって、呼気後ポーズ時間ほどではないが、呼気時間も刺激に対して鋭敏に反応する呼吸測度と言えるであろう。このように、呼吸1サイクルを吸気相と呼気相に分けた場合に呼気相に含まれる呼気後ポーズ相、呼気相が、ストレス課題、中性課題において有意な減少を示した。

逆に、暗算課題と反応時間課題で異なる結果を示した呼吸測度は吸気後ポーズ時間である。暗算課題では、ストレス、中性両課題かつ胸部、腹部の両呼吸運動において吸気後ポーズ時間の有意な減少が認められた。一方、反応時間課題では、安静期—課題期間で吸気後ポーズ時間に有意な差はみられなかった。暗算課題と反応時間課題で安静期—課題期間の呼気後ポーズ時間の変化量を比較したところ、暗算中性課題と反応時間中性課題間で有意な差がみられ ($F(1,11)=10.40, p<.01$)、暗算ストレス課題と反応時間ストレス課題間では有意な差はみられなかったものの、傾向差に近い差がみられた ($F(1,11)=2.93, p<.14$)。中性課題、ストレス課題ともに暗算課題の方が、安静期から課題期の吸気後ポーズ時間の減少量が大きかった。田中他 (1994b) は、暗算課題は、運動要素に防衛要素が加わった防衛反応が典型的に

引き出されるとし、反応時間課題については、運動要因が主因となる課題であるとした。一般的に考えても、暗算課題では思考認知機能が要求され、反応時間課題では刺激に対する敏捷性といった運動能力が要求される課題と言える。そのような意味では、暗算課題は反応時間課題に比べて、より心理的な課題と言えるかもしれない。暗算課題と反応時間課題における吸気後ポーズ時間の反応の違いは、吸気後ポーズ時間が心理的な状態を反映する測度であるため、暗算課題においてのみ安静期と課題期に差がみられたと推測された。

実験 2

方法

実験参加者 大学生28名（男子14名，女子14名，年齢18—23歳）。自己報告から，参加者は全て呼吸器系に障がいをもっていなかった。

装置 & 材料 呼吸の測定については，実験1と同様であった。リラクゼーション技法によりリラックスできたか確認するため，日本語版 POMS（Profile of Mood States，横山・荒記，1994）の下位尺度，「緊張—不安」，「怒り—敵意」，「疲労」を用いた。

課題 リラクゼーション法として，ジェイコブソンの筋弛緩の簡略版（門前，1995）の一部と，身体の緊張を軽減する肩のリラクゼーション法（池月，1990）の合わせたものを用いた。

手続き 実験参加者に実験の概略について説明し，実験参加の承諾を得た。実験参加者を椅子に座らせ，胸部と腹部にレスピトレースのセンサを装着し，5分間の安静状態の呼吸データをとった後，現在の心理状態について POMS（「緊張—不安」，「怒り—敵意」，「疲労」）に回答してもらった。次に，リラクゼーション技法を十分に練習させた後，実験参加者自身のペースでリラクゼーション技法を行ってもらった。技法終了後，5分間安静にしてもらい，その間の呼吸運動を測定しリラックス時の呼吸運動とした。5分間の安静後に，POMS に回答してもらった。

データ解析 リラクゼーション技法前後の POMS の得点の変化からリラックスできなかったと判断された（BL から RX にかけてネガティブな尺度得点が低下しなかった）4 名の実験参加者を分析の対象から除外し，残りの24名の実験参加者のデータを分析の対象とした。呼吸の測度については，胸部と腹部の呼吸運動より実験1と同様の方法で，分時振幅量以外は同じ測度を算出した（Table, 2）。分時振幅量のかわりに，実験2では振幅値を算出した。

結果

各呼吸測度の安静期5分間（BL）の平均値を安静値，筋弛緩終了直後から5分間（RX）の平均値をリラクゼーション値とし，安静値とリラクゼーション値間の有意差検定を一要因二水準（安静期，リラクゼーション期）の被験者内分散分析で行った。

[吸気時間]

胸部呼吸運動について有意な変化は認められず（ $F(1,23)=1.75$, n.s.），腹部呼吸運動については BL から RX にかけて有意に増加した（ $F(1,23)=7.23$, $p<.05$ ）。

[呼気時間]

Table 2 安静期, リラクゼーション期における各呼吸測度(時間測度, 振幅測度)の平均値(標準偏差)。吸気時間, 吸気後ポーズ時間, 吸気時間, 吸気後ポーズ時間, 呼吸時間の単位は“sec”, 呼吸数は“bpm”。

時間測度	部位	BL	RX	有意差
吸気時間	胸部	1.09 (0.15)	1.15 (0.26)	n.s.
	腹部	1.06 (0.15)	1.16 (0.24)	*
吸気後ポーズ時間	胸部	0.24 (0.12)	0.25 (0.08)	n.s.
	腹部	0.32 (0.21)	0.29 (0.22)	n.s.
呼気時間	胸部	1.40 (0.17)	1.37 (0.30)	n.s.
	腹部	1.33 (0.16)	1.43 (0.26)	*
呼気後ポーズ時間	胸部	0.80 (0.39)	1.05 (0.38)	**
	腹部	0.81 (0.38)	0.91 (0.48)	*
呼吸時間	胸部	3.54 (0.63)	3.81 (0.76)	*
	腹部	3.52 (0.60)	3.78 (0.72)	*
呼吸数	胸部	17.62 (2.71)	16.13 (3.14)	**
	腹部	17.53 (2.76)	16.11 (3.18)	**
I/E 比	胸部	0.79 (0.10)	0.85 (0.12)	**
	腹部	0.80 (0.08)	0.82 (0.16)	n.s.

* $p < .05$, ** $p < .01$

時間測度	部位	BL	RX	有意差
吸気振幅	胸部	1.03 (0.06)	1.05 (0.29)	**
	腹部	1.02 (0.04)	1.29 (0.38)	**
吸気振幅	胸部	0.94 (0.10)	0.93 (0.31)	n.s.
	腹部	0.94 (0.13)	1.19 (0.41)	**
吸気振幅比	胸/腹	1.01 (0.05)	0.87 (0.29)	*
呼気振幅比	胸/腹	1.01 (0.10)	0.87 (0.35)	*

* $p < .05$, ** $p < .01$

胸部呼吸運動について有意な変化は認められず ($F(1,23)=0.03$, n.s.), 腹部呼吸運動についてはBLからRXにかけて有意に増加した ($F(1,23)=4.74$, $p < .05$)。

[呼気後ポーズ時間]

胸部および腹部呼吸運動についてBLからRXにかけて有意に増加した(順に $F(1,23)=13.88$, $p < .001$, $F(1,23)=4.44$, $p < .05$)。

[呼吸時間]

胸部および腹部呼吸運動についてBLからRXにかけて有意に増加した(順に $F(1,23)=6.95$, $p < .05$, $F(1,23)=6.35$, $p < .05$)。

[呼吸数]

胸部および腹部呼吸運動についてBLからRXにかけて有意に減少した(順に $F(1,23)=7.76$, $p < .01$, $F(1,23)=7.91$, $p < .01$)。

[I/E 比]

胸部呼吸運動について BL から RX にかけて有意に増大し ($F(1, 23)=8.76, p<.01$), 腹部呼吸運動については有意な変化は認められなかった ($F(1, 23)=0.53, n.s.$)。

[吸気振幅]

胸部呼吸運動について有意な変化は認められず ($F(1,23)=0.13, n.s.$), 腹部呼吸運動については BL から RX にかけて有意に増大した ($F(1,23)=12.95, p<.01$)。

[呼気振幅]

胸部呼吸運動について有意な変化は認められず ($F(1,23)=0.00, n.s.$), 腹部呼吸運動については BL から RX にかけて有意に増大した ($F(1, 23)=9.14, p<.01$)。

[吸気振幅比] (胸部振幅/腹部振幅)

BL から RX にかけて有意に減少した ($F(1, 23)=5.725, p<.05$)。

[呼気振幅比]

BL から RX にかけて有意に減少した ($F(1,23)=4.822, p<.05$)。

考 察

実験 2 は, リラクゼーション期に呼吸がどのように変化するか, 胸部と腹部の呼吸運動について検討した。

呼吸とリラクゼーションの関連についての先行研究で一般的に取り上げられている呼吸測度は, 呼吸数と呼吸振幅である。実験 2 では, 呼吸数に関しては, 安静期からリラクゼーション期にかけて有意に減少しており, リラックスした状態で呼吸数が減少するという知見 (Boiten, et al., 1994) と一致した結果が得られた。振幅に関しては, 胸部呼吸運動の振幅には変化が認められなかったが, 腹部については吸気振幅, 呼気振幅とも安静期からリラクゼーション期にかけて有意に増加した。この結果は, 快刺激の下で, 腹部の呼吸が優位になるという報告 (e.g., Ancoli & Kamiya, 1979; Ancoli et al., 1980) を支持するものであった。

実験 2 においても, 実験 1 と同様に, 呼吸運動を 1 サイクル毎に吸気相, 吸気後ポーズ相, 呼気相, 呼気後ポーズ相に分けてリラクゼーション期の呼吸パターンについて検討した。その結果, 安静時からリラクゼーション時にかけて, 胸部と腹部呼吸運動で同様の変化を示したのは呼気後ポーズ時間であった。安静期に比べリラクゼーション期に呼気後ポーズ時間が長くなることが観察され, 呼気後ポーズ時間の増大がリラクゼーションを反映する指標であることが示唆された。一方, 吸気時間と呼気時間については, 腹部呼吸運動において, 安静期からリラクゼーション期にかけて増大することが観察されたが, 胸部呼吸運動においては統計的に有意な変化は認められなかった。また, 振幅の測度である吸気振幅と呼気振幅についても, 腹部呼吸運動においては安静期からリラクゼーション期にかけて増大することが観察されたが, 胸部呼吸運動では変化は認められなかった。さらに, 吸気および呼気における胸部と腹部の振幅比より, 安静期からリラクゼーション期にかけて腹部の呼吸運動が相対的に大きくなることが示された。これらのことから, リラクゼーションには腹部の呼吸運動が深く関係していると考えられた。この結果は, 呼吸法などのリラクゼーション技法が, 特に腹部の呼吸運動を意図的に調整すること (腹式呼吸法と呼ばれる) でリラクセス状態を誘導することの根拠となる可能性を示唆した (春木・本間, 1996)。

総合考察

本研究では、呼吸運動と心理の関連について検討するため、その基礎的な研究として、ストレス状態とリラックス状態における呼吸運動について2つの実験を行った。特に、呼吸1サイクルを吸気相、吸気後ポーズ相、呼気相、呼気後ポーズ相に分け、どの測度がストレス状態およびリラックス状態を反映しているのかについて、および胸部と腹部呼吸運動の変化パターンは同様か否かについて着目した。

実験1では、ストレス状態における呼吸運動について検討した。1サイクル毎の分析の結果、呼気後ポーズ時間は微弱な刺激に対しても鋭敏に反応する呼吸測度であることが確認され、さらに、呼気後ポーズ時間は刺激の強弱を反映することが明らかにされた。つまり、刺激の強度が強いほど呼気後ポーズ時間の減少量は大きいということであった。この呼気後ポーズ時間は、実験2においてリラックス状態を反映する測度であることが示唆された。ストレス状態とは逆に、リラックス状態では呼気後ポーズ時間は増大した。呼気後ポーズ時間は、心理状態がネガティブであるかポジティブであるか弁別する測度である可能性が示唆された。実験1では、吸気後ポーズ時間が、暗算、反応時間課題で異なった結果を示した。これは暗算課題が心理的な課題であり、反応時間課題が運動的な課題であるという違いによるものであると考えられ、吸気後ポーズ時間は心理状態を反映する測度であると推測された。また、実験2では、胸部と腹部呼吸運動のパターンに違いが認められ、リラックス状態には腹部の呼吸運動が深く関係していることが示唆された。

これまでの呼吸運動と心理の関連について検討した研究では、呼吸数や分時換気量などの巨視的な測度が採用されることが多かった。一方、本研究の結果から、1サイクル毎の分析から得られる詳細な測度について、胸部と腹部の両方の呼吸運動から算出し比較検討することが、呼吸運動と心理の関連を探求するうえで有効である可能性がある。今後、今回の実験で算出した呼吸測度と心理状態の相関関係や、測度間の関連などを調べ、どの呼吸測度がどの程度心理状態を反映しているのか検討することが必要である。

引用文献

- Allen, M. T., & Crowell, M. D. (1989). Patterns of autonomic response during laboratory stressors. *Psychophysiology*, **26**, 603-614.
- Allen, M. T., Sherwood, A., & Obrist, P. A. (1986). Interactions of respiratory and cardiovascular adjustments to behavioral stressors. *Psychophysiology*, **23**, 532-541.
- Ancoli, S., & Kamiya, J. (1979). Respiratory patterns during emotional expression. *Biofeedback and Self-regulation*, **4**, 242 (Abstract).
- Ancoli, S., Kamiya, J., & Ekman, P. (1980). Psychophysiological differentiation of positive and negative affects. *Biofeedback and Self-regulation*, **5**, 356-357 (Abstract).
- Boiten, F. A. (1993). Component analysis of task-related respiratory patterns. *International Journal of Psychophysiology*, **15**, 91-104.

- Boiten, F., Frijda, N. H., & Wientjes, J. C. (1994). Emotions and respiratory patterns: Review and critical analysis. *International Journal of Psychophysiology*, **17**, 103-128.
- Cohen, H. D., Goodenough, D. R., Witkin, H. A., Oltman, P., Gould, H., & Shulman, E. (1975). The effects of stress on components of the respiration cycle. *Psychophysiology*, **12**, 377-380.
- Grossman, P. (1983). Respiration, stress and cardiovascular function. *Psychophysiology*, **20**, 284-300.
- Grossman, S. P. (1967). *A textbook of physiological psychology*. Wiley: New York.
- 春木 豊・本間 生夫 (1996). 息のしかた 朝日新聞社
- Hinz, A., Schreinicke, G., & Huber, B. (1992). Stability of cardiovascular reactions to mental stressors in repeated studies. *Journal of Psychophysiology*, **6**, 155-161.
- 池月 誠 (1990). 自分でできるくよくよ悩み解消法—心のリフレッシュ・マニュアル 日本文化化学社
- Konno, K., & Mead, J. (1967). Measurement of the separate volume changes in rib cage and abdomen during breathing. *Journal of Applied Physiology*, **22**, 407-422.
- 門前 進 (1995). イメージ自己体験法 誠信書房
- Svebak, S. (1975). Respiratory patterns as predictors of laughter. *Psychophysiology*, **12**, 62-65.
- Svebak, S. (1982). The effects of difficulty and threat of aversive electric shock upon tonic physiological changes. *Biological psychology*, **14**, 113-128.
- 田中 豪一・澤田 幸展・藤井 力夫 (1994a). 暗算と反応時間作業における心臓血管系ストレス反応の血行力学的対比 心理学研究, **64**, 442-450.
- 田中 豪一・澤田 幸展・藤井 力夫 (1994b). ストレス作業遂行時の迷走神経抑制—圧反射感度および呼吸性不整脈による推定— 心理学研究, **65**, 9-17.
- Timmons, B., Salmay, J., Kamiya, J., & Girton, D. (1972). Abdominal-thoracic respiratory movements and levels of arousal. *Psychonomic Science*, **27**, 173-175.
- 梅沢 章男 (1991). ストレス刺激に対する呼吸活動の変容 生理心理学と精神生理学, **9**, 43-55.
- Wientjes, C. J. E., Grossman, P., & van der Meijden, P. (1988). *A computer program for breath-by-breath analysis of cardiorespiratory parameters*. IZF Report 1988 I-2, TNO Institute for Perception, Soesterberg, the Netherlands.
- 横山 和仁・荒記 俊一 (1994). 日本版 POMS 手引 金子書房